



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ**

**Институт физической химии и электрохимии
им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук
(ИФХЭ РАН)**

Рабочая программа дисциплины

Химия s-, d- и f- элементов

По направлению подготовки 04.06.01 – Химические науки (уровень подготовки
кадров высшей квалификации)

Специальность 02.00.01- Неорганическая химия

Москва

2014 год

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели дисциплины: Подготовить аспирантов и специалистов – химиков - неоргаников к научно-исследовательской деятельности, связанной с изучением химии s-, d- и f- элементов, исследования и применения комплексов на их основе с полидентатными лигандами.

Задачи дисциплины: Освоение теоретических основ неорганической химии элементов. Создание углубленного представления о неорганической химии s-, d- и f- элементов и их комплексных соединений с полидентатными лигандами. Определение ее места среди других химических наук и в химической промышленности. Формирование глубокого понимания общих закономерностей, зависимостей, свойств соединений от их строения. Обучение навыкам теоретического анализа результатов экспериментальных исследований в области неорганической химии соединений, методам планирования экспериментов и обработки их результатов, систематизирования и обобщения как уже имеющейся в литературе, так и самостоятельно полученной в ходе исследований информации.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Настоящая дисциплина «Химия s-,d и f-элементов» - модуль основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по специальности 02.00.01- неорганическая химия.

Обучающийся по данной дисциплине должен иметь фундаментальные представления о неорганической химии s-, d- и f- элементов. Для обучения по данной дисциплине необходимо высшее образование с освоением курса по неорганической химии в объеме для химических специальностей.

3 Требования к результатам освоения дисциплины

1. В результате освоения программы аспирантуры у выпускника должны быть сформированы:

универсальные компетенции, не зависящие от конкретного направления подготовки;

общефессиональные компетенции, определяемые направлением подготовки;

профессиональные компетенции, определяемые направленностью (профилем) программы аспирантуры в рамках направления подготовки (далее – направленность программы)

2. Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими **универсальными компетенциями**:

способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

Способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);

способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

3. Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими **общефессиональными компетенциями**:

способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

готовностью организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук (ОПК-2);

готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-3).

4. В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие **профессиональные компетенции**:

способность и готовность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ПК-1),

способность и готовность к решению профессиональных производственных задач – контролю технологического процесса, разработке норм выработки, разработке технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, к выбору оборудования и технологической оснастки, оценивать эффективность и внедрять в производство новые технологии, готовность организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу (ПК-2),

умение разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, разрабатывать задания для исполнителей (ПК-3),

поиск, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-4),

использование современных приборов и методик (ПК-5),

организация проведения экспериментов и испытаний, обработка и анализ их результатов, создание новых экспериментальных установок для проведения лабораторных практикумов, разработка учебно-методической документации для проведения учебного процесса (ПК-6).

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единицы (252 часа).

Структура освоения дисциплины:

1 год аспирантуры: 2 з.е.

2 год аспирантуры: 4 з.е.

3 год аспирантуры: 1 з.е.

4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля	
		Всего	Всего аудит.	Из аудиторных					Сам. работа
				Лекц.	Лаб.	Прак.	КСР.		
1	Химия s-, d- и f- элементов	252	72	36		36		180	зачет

4.2 Содержание дисциплины

4.2.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа
		Лек.	Лаб.	Пр.	КСР	
1	Химия s-элементов	8		8		50
2	Химия d- элементов	20		20		80
3	Химия f- элементов	8		8		50

4.2.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
1	Химия s-элементов	1. Подгруппа IA (литий, натрий, калий, рубидий, цезий) 2. Подгруппа IIA (бериллий, магний, кальций, стронций, барий, радий)	Лекции, семинары, практические работы
2	Химия d-элементов	1. Подгруппа IIIB (скандий, иттрий, лантан, актиний) 2. Подгруппа IVB (титан, цирконий, гафний) 3. Подгруппа VB (ванадий, ниобий, тантал) 4. Подгруппа VIB (хром, малибден, вольфрам) 5. Подгруппа VIIB (марганец, рений) 6. Подгруппа VIIIB. Семейство железа (железо, кобальт, никель) 7. Подгруппа VIIIB. Семейство платины (рутений, родий, палладий, осмий, иридий, платина) 8. Подгруппа IB (медь, серебро, золото) 9. Подгруппа IIB (цинк, кадмий, ртуть)	Лекции, семинары, практические работы
3	Химия f-элементов	1. Лантаноиды 2. Actinoids	Лекции, семинары, практические работы

5. Образовательные технологии

1. Активные образовательные технологии: лекции, семинары и практические работы.

2. Сопровождение лекций визуальным материалов в виде слайдов, подготовленных с использованием современных компьютерных технологий (программный пакет презентаций Microsoft Office Powerpoint), проецируемых на экран с помощью видеопроектора, а также результатов компьютерного моделирования физикохимических процессов.

3. Проведение практических работ в научной лаборатории, участие обучающихся в научной работе и выполнении исследовательских проектов.

4. Использование специального программного обеспечения и интернет-ресурсов для обучения в ходе практических и самостоятельных работ.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Виды самостоятельной работы: в домашних условиях, в читальном зале библиотеки, на компьютерах с доступом к базам данных и ресурсам Интернет, в лабораториях с доступом к лабораторному оборудованию и приборам.

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, учебное и научное программное обеспечение, ресурсы Интернет.

Форма контроля знаний – зачет в конце курса, включающий теоретические вопросы.

Контрольные вопросы к зачету:

1 Химия s-элементов

1) Подгруппа IA (литий, натрий, калий, рубидий, цезий)

Подгруппа щелочных металлов. Натрий. Нахождение его в природе. Природные соединения натрия, как сырье для промышленности. Получение натрия в свободном состоянии. Свойства натрия и его применение. Окись натрия. Перекись натрия. Способы получения едкого натрия (каустической соды). Его свойства и применение. Галогениды натрия, его нитрат, сульфат, карбонат и бикарбонат. Способы получения соды.

Калий. Его нахождение в природе. Калийные удобрения. Получения калия в свободном состоянии и его свойства. Окись калия. Едкий калий и его получение. Перекись калия. Свойства и применение солей калия. Поташ.

Литий, рубидий, цезий. Их открытие. Спектральный анализ. Нахождение лития, рубидия, цезия в природе. Их свойства и применение. Окислы лития, рубидия, цезия и их свойства. Главнейшие соли.

2) Подгруппа IIА (бериллий, магний, кальций, стронций, барий, радий)

Бериллий и магний. Нахождение в природе. Получение в свободном состоянии и применение свободного бериллия и магния. Окиси и гидраты окисей бериллия и магния. Бериллаты. Соли бериллия и магния. Сульфаты и карбонаты. Магнезиальный цемент.

Щелочноземельные металлы. Кальций, стронций, барий и радий. Нахождения в природе. Их свойства. Окиси и гидроокиси. Негашеная и гашеная известь. Цемент. Перекись бария. Общая характеристика их солей. Понятие и равновесии диссоциации.

2. Химия d- элементов

1) Подгруппа IIIБ (скандий, иттрий, лантан, актиний)

Подгруппа скандия. Свойства лантаноидов. Их общая характеристика. Предсказание Менделеевым свойств скандия. Особенность строения атомов редкоземельных элементов. Их валентность. Окиси и гидроокиси элементов подгруппы скандия и свойства лантаноидов.

2) Подгруппа IVБ (титан, цирконий, гафний)

Титан, цирконий, гафний. Нахождение в природе. Свойства и применение. Радиоактивность тория. Двуокись и отвечающие ей гидроокиси. Общая характеристика солей титана и его аналогов.

3) Подгруппа VB (ванадий, ниобий, тантал)

Ванадий, ниобий и тантал. Нахождение в природе. Свойства элементов подгруппы ванадия и их применение. Их высшие окислы и гидраты окислов. Пятиокись ванадия как катализатор.

4) Подгруппа VIB (хром, молибден, вольфрам)

Подгруппа хрома. хром, молибден, вольфрам. Нахождение в природе и нахождение в свободном состоянии. Свойства и применение.

Окись хрома и ее гидраты. Соли окиси хрома и их гидролиз. Хлорный хром. Изомерия гидратов хлорного хрома. Хромовые квасцы. Хромит. Хромовый ангидрид. Хромовая кислота и ее соли. Двуххромовая кислота и соли (бихроматы). Изопиликислоты хрома. Окислительные свойства шести валентного хрома. Взаимные переходы соединений трех-шестивалентного хрома.

Треокиси молибдена и вольфрама и отвечающие им гидраты. Молибдат и вольфраматы.

5) Подгруппа VIIB (марганец, рений)

Подгруппа марганца. Марганец. Нахождение в природе, способы получения, свойства и применение. Легированные стали. Закись марганца и ее гидраты. Соли закиси марганца. Окись марганца и ее химические свойства. Двуокись марганца и ее химическая природа. Манганаты. Марганцовистая кислота и ее соли. Окисление перманганатов в кислом, нейтральном и щелочном растворах. Окислительный эквивалент.

Рений. Нахождение в природе. Главнейшие свойства. Валентность рения. Ренистый ангидрид. Рениевая кислота и ее соли (перренаты).

6) Подгруппа VIIIБ. Семейство железа (железо, кобальт, никель)

Подгруппа железа. железо. нахождение в природе. Выделение в свободном состоянии. доменный процесс. Чугун. Методы передела чугуна в сталь. Стали углеродистые и легированные.

Свойства железа. Коррозия железа и борьба с ней. Карбиды и карбонилы железа. Закись железа и ее химические свойства. Гидрат закиси железа. Соли двухвалентного железа. Железистосинеродистая кислота и ее соли (ферроуаниды). Берлинская лазурь. Окись железа и ее гидрат. Соли трехвалентного железа. Железные квасцы, ферриты, железосинеродистая кислота и ее соли (феррицианиды). Турибулева синь. Смешанный окисел железа. Железная кислота и ее соли (ферраты).

Никель, кобальт. Нахождение в природе, их свойства и применение. Карбонильные соединения. Окислы двухвалентных никеля и кобальта. Окисль трехвалентных никеля и кобальта. Их химические свойства. Высшие окислы никеля. Комплексные соединения кобальта и никеля (аммиакаты, цианиды и др.), реакция чугаева на никель.

7) Подгруппа VIIIБ. Семейство платины (рутений, родий, палладий, осмий, иридий, платина)

Подгруппа платиновых металлов. Нахождение в природе. Открытие Клауссом рутения. Свойства платиновых металлов. Характерные для платиновых металлов типы соединений. Хлориды платины. Платинисто- и платинохлористоводородные кислоты и их соли (хлорплатинаты и хлорплатиниты). Аммиачные комплексные соединения платины. Четырехокиси осмия и рутения. Восьмифтористый осмий Платиновые металлы как комплексообразователи и катализаторы.

8) Подгруппа IB (медь, серебро, золото)

Медь. Нахождение в природе и главные руды. Понятие о металлургии, пирометаллургии и электрометаллургии меди. Сплавы. Применение. Окись меди и ее гидрат. Соли двухвалентной меди. Аммиакаты меди. Соединения одновалентной меди.

Серебро. Нахождение его в природе. Получение в свободном состоянии. Химические свойства серебра. Светочувствительность галогенидов серебра, их значение для фотографических процессов. Аммиакат, цианид и тиосульфаты серебра.

Золото. Нахождение в природе. Методы извлечения из руд: амальгамация и цианирование. Химические свойства золота. Отношение к кислотам. Растворение золота в царской водке. Ауранты. Общий обзор солей одновалентного и трехвалентного золота.

9) Подгруппа ПБ (цинк, кадмий, ртуть)

Подгруппа цинка. Цинк. Нахождение в природе, получение в свободном состоянии. Свойства цинка, применение. Взаимодействие с кислотами и щелочами. Окись и гидроокись цинка. Цинкаты. Главнейшие соли цинка. Гидролиз солей цинка.

Кадмий. Нахождение в природе, получение в свободном состоянии. Свойства кадмия и его применение. Окись и гидроокись кадмия. Главнейшие соли кадмия.

Ртуть. Нахождение в природе, получение в свободном состоянии. Свойства ртути и ее применение. Амальгамы. Отношение ртути к кислотам. Закись и окись ртути. Амидные соединения ртути.

3. Химия f- элементов

1). Лантаноиды

Характерные степени окисления и важнейшие соединения. Природные ресурсы. Получение. Методы разделения редкоземельных элементов.

Получение лантаноидов электролизом. Свойства. Подгруппы редкоземельных элементов: цериевая и иттриевая. Применение.

2) Actinoids

Характерные степени окисления и важнейшие соединения. Природные ресурсы. Получение. Металлический уран. Свойства актинидов. Применение.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Рекомендуемая литература

а) основная литература:

1. Н.Л. Глинка «Общая химия», Москва, издательство «ИНТЕГРАЛ-ПРЕСС», 2007 г.
2. И.В. Росин, Л.Д. Томина. Общая и неорганическая химия (комплект из 2 книг). – М.: Юрайт, 2012. – 1816 с.

б) дополнительная литература:

1. Ахметов Н.С., Общая и неорганическая химия.. - М.: Высшая школа, 2001, С 743.
2. Некрасов Б.В. Основы общей химии. М.: Химия,1972 1973.Т.1,2.656 с., 688 с.
3. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия. М.: Мир, 1969. Ч. 1 3.
4. Турова Н.Я. Неорганическая химия в таблицах. М., 1997. 140 с.
5. Спицын В.И., Мартыненко Л.И. Неорганическая химия. М.: Издво Моск. унта, 1991, 1994. Ч. 1,2.
6. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. 3е изд. М.: Химия, 1994. 588 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федерального портала Российское образование <http://www.window.edu.ru>, национальный WWW-сервер по химии www.chem.msu.ru

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

НОК располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренных учебным планом, а также эффективное выполнение диссертационной работы:

Аудитория для проведения лекций, оснащенная компьютером и проектором для показа слайдов компьютерных презентаций. Компьютеры, объединенные в локальную сеть с выходом в Интернет и подключенные к международным и российским научным базам данных и электронной библиотеке с основными международными научными журналами.

Инструментальная база НОК основана на центре коллективного пользования физическими методами исследования:

ИФХЭ РАН: ЯМР-спектрометр фирмы «Брукер»: AVANCE II DRX-600, масс-спектрометр MALDI-TOF Bruker ultraflex III, масс-спектрометр ICP-MS - Bruker Daltonics aurora M90, спектрофотометр УФ и видимой области Specord M400, ИК-спектрометр Perkin-Elmer-2000, спектрофотометр Agilent 8453, сканирующий зондовый микроскоп Solver P47 PRO, атомно-силовой микроскоп – спектрометр Force Master 402 MD, рентгено-флюороресцентный микроанализатор VRA-30, рентгеновский дифрактометр Shimadzu XRD-6000, дериватограф Q600 фирмы “Intestech”, масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой Agilent Technologies 7500 ce. и многие другие приборы

ИОНХ РАН: автоматический дифрактометр Bruker SMART APEX2, C, H, N-анализатор (Carlo Erba Strumentazione, Italy) и атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой IRIS Advantage (“Thermo

Jarrell Ash”, США)., спектрометр VERTEX 70 фирмы Bruker в диапазоне 4000-400 см^{-1} , спектрометр фирмы Nexsus, Nicoletе.

Лаборатории оснащены современными приборами для физикохимического анализа.

Программа составлена в соответствии с требованиями приказа Минобрнауки России от 30.07.2014 № 869 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»

Программу составил:

Гл.н.с. лаборатории новых физико-химических проблем

д.х.н. Баулин В.Е.

Программа утверждена на заседании секции при Ученом совете ИФХЭ РАН «Физикохимия нано- и супрамолекулярных систем» протокол № 54 от 16.06. 2014 г.

Ученый секретарь секции

д.х.н.

В.А. Котенев